Aus der Augenklinik und -poliklinik
im Klinikum Steglitz
der Freien Universität Berlin
(Direktor: Prof. Dr. med. H. Hager)

Vergleichende Untersuchungen von Gesichtsfeld- und Blickfeldaussengrenzen in Abhängigkeit vom Lebensalter unter besonderer Berücksichtigung der Fahrsicherheit bei der Führung von Kraftfahrzeugen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Heimke Hoppe
aus Otterndorf

1973

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552710_0008

Aus der Augenklinik und -poliklinik
im Klinikum Steglitz
der Freien Universität Berlin
(Direktor: Prof. Dr. med. H. Hager)

Vergleichende Untersuchungen von Gesichtsfeld- und Blickfeldaussengrenzen in Abhängigkeit vom Lebensalter unter besonderer Berücksichtigung der Fahrsicherheit bei der Führung von Kraftfahrzeugen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Heimke Hoppe

aus Otterndorf

Referent : Prof. Dr. Tiburtius

Korreferent : Prof. Dr. Wollensak

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der
Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am : 8.6.73

Meiner Mutter

Inhaltsverzeichnis

Seite

I. Verkehrssicherheit und Alter aus ophthalmologischer Sicht 1

II. Physiologisch-optische Grundlagen 3

A. Gesichtsfeld 3

B. Blickfeld 4

C. Exogene Faktoren 6

III. Darstellung der Versuchsmethode 10

A. Apparatur 10

B. Untersuchungsablauf 10

C. Versuchspersonen 11

D. Gemessene Sachverhalte 11

IV. Versuchsergebnisse und Diskussion 13

A. Aussengrenzen des gesamten Gesichts- und Blickfeldes

Seite

1. Ergebnisse 13

a. Hauptuntersuchung mit Testmarke I_1 13

b. Untersuchung mit Testmarke I_2 und Stichprobe mit Testmarke I_1 und I_2 18

2. Diskussion 24

B. Aussengrenzen des nasalen Gesichts- und Blickfeldes

1. Ergebnisse der Untersuchung mit den Testmarken II_1 und III_1 30

2. Diskussion 31

V. Zusammenfassung 34

VI. Literaturverzeichnis und Tabellen 36

Verkehrssicherheit und Alter aus ophthalmologischer Sicht

Der Gesichtssinn ist für den Menschen die wichtigste Informationsquelle zu seiner Umwelt. -

Nach SCHOBER (27) vermag die Retina pro Sekunde 40.000.000 Reize aufzulösen, von denen allerdings nicht alle zu Empfindungen verarbeitet werden. Mit Hilfe von physiologischen Meßverfahren hat man festgestellt, daß ca. 40 % des sensorischen Erregungszustromes zu den Zentren alleine von den Opticusfasern stammen. So rangiert das optische System weit vor dem Gehörsinn in der Bewertungsscala der Informationswege.

Um so begreiflicher ist es, daß der Gesichtssinn gerade im Strassenverkehr eine entscheidende Rolle spielt, und daß er deshalb einwandfrei funktionsfähig sein muß. Die Möglichkeit, mehrere Teile der Aussenwelt gleichzeitig wahrzunehmen und sie durch Farbe, Form, Lokalisation und Bewegung zu unterscheiden, gewährleistet dem Verkehrsteilnehmer in gewissem Umfang die nötige Sicherheit. Die sich laufend komplizierter gestaltende Verkehrslage stellt aber steigende Ansprüche an die Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit des Verkehrsteilnehmers.

Anhand von zahlreichen statistischen Untersuchungen (8, 13, 18, 23, 26) ist festgestellt worden, daß die Hauptunfallursache das "menschliche Versagen" ist, wobei sicher optisch-physiologische Fehlleistungen eingeschlossen sind. HAGER (13) gibt an, daß der Anteil der sehbehinderten Kraftfahrer bei der Verursachung von Unfällen höher ist, als der augengesunder Verkehrsteilnehmer.

Da ein völlig gesundes Sehorgan einem Idealzustand entspricht, der bei zunehmendem Alter selten erhalten bleibt, ergibt sich die Frage, ob gerade ältere Menschen den Anforderungen des heutigen Straßenverkehrs überhaupt noch gewachsen sind.

Neben Anlagestörungen und Erkrankungen des Auges, die mit einer Einbuße des Sehvermögens einhergehen, muß auch mit der Möglichkeit einer allmählichen und unbemerkten Leistungsminderung durch Alterungsvorgänge gerechnet werden (7). Betrachtet man die Unfallstatistiken, so fällt ein Anstieg der Unfallerwartung oberhalb des 50. Lebensjahres auf (20). Da die Anzahl der Führerscheininhaber in diesem Bereich ständig steigt, eine Augenuntersuchung aber nur einmalig durchgeführt wird, muß die Verkehrssicherheit leiden.

HERING (14) bezeichnet das Sehen mit unbewegtem Auge als einen im Grunde unnatürlichen Vorgang; gerade im Straßenverkehr kommt es vor allem darauf an, das Sehen mit bewegtem Auge, und damit das Blickfeld, zu berücksichtigen. Der Verkehrsteilnehmer muß ständig Blickbewegungen ausführen, um die Kontrolle über seine Aussenwelt zu erhalten. Seit 1963 ist in Berlin für Führerscheinbewerber ein Sehtest gesetzlich vorgeschrieben. Geprüft wird lediglich die Qualität Sehschärfe.

Fordert der Sehtest den Führerscheinbewerbern also wirklich die physiologisch notwendige Leistung ab?

Es soll deshalb in dieser Arbeit untersucht werden, wie sich monoculares Gesichtsfeld und Blickfeld zueinander verhalten, ob sich ihr Größenverhältnis mit zunehmendem Alter signifikant ändert, und ob unter Umständen nicht die Forderung nach einem erweiterten Sehtest gestellt werden muß.

Physiologisch-optische Grundlagen

Unter dem Gesichtsfeld versteht man den Bereich, in dem ein Objekt bei geradeaus gerichtetem Auge erfaßt wird, sobald die Wahrnehmungsschwelle überschritten ist. Man unterscheidet zwischen dem Einzelgesichtsfeld jeden Auges, dem Gesamtgesichtsfeld, das der Summe beider Einzelgesichtsfelder entspricht und dem binocularen Gesichtsfeld. Letzteres wird durch den beidäugigen Koordinationsbereich bestimmt.

Das Blickfeld stellt die dynamische Variante des Gesichtsfeldes dar und wird definiert als das Gebiet, welches bei fixiertem Kopf mit bewegtem Auge nacheinander erfaßt werden kann. Nach HAGER (10) ist es als ein Teil einer Kugelinnenfläche zu denken, deren Mittelpunkt zugleich Augendrehpunkt ist. Man kann, wie beim Gesichtsfeld, zwischen dem Einzelblickfeld, dem Gesamtblickfeld und dem binocularen Blickfeld unterscheiden. Weiterhin soll differenziert werden zwischen dem Gebrauchsblickfeld und dem maximalen Blickfeld, das durch subjektive Faktoren, wie starkes Heben der Augenbrauen, Übung und bewußte Augendrehung sehr viel weiter ausgedehnt werden kann als das Gebrauchsblickfeld.

Beide Felder sind in einen temporalen, oberen, nasalen und unteren Quadranten aufzuteilen.

Die Aussengrenzen des Gesichts- und Blickfeldes sind zum Teil von anatomisch-physiologischen, zum Teil von exogenen Faktoren abhängig. Es soll zunächst auf die anatomisch-physiologischen Determinanten des Gesichtsfeldes eingegangen werden.

Der optische Apparat, bestehend aus Hornhaut, Linse und Iris begrenzt das Gesichtsfeld nach temporal und unten nahezu konzentrisch. Dabei bildet der Hornhautrand die absolute Grenze. Bei

starker Pupillenweite wandert die Gesichtsfeldgrenze weiter nach aussen. Entsprechend umgekehrt verhält sie sich bei heller Beleuchtung. Weiter beeinflußt die Krümmungsstärke der Linse die Ausdehnung des Gesichtsfeldes. ENGELHARDT (5) hat festgestellt, daß das Gesichtsfeld zwar bis zu einem Akkomodationsgrad von 4D nicht wesentlich eingeschränkt ist, daß es sich darüber hinaus aber kontinuierlich verkleinert.

Ein ebenfalls im unteren und temporalen Bereich entscheidender Faktor ist die periphere Sehschärfe, die von der Funktionsfähigkeit der Netzhautrandbezirke bestimmt wird. Dabei ist die Lage der Gesichtsfeldgrenze von der Intensität des Lichtreizes abhängig.

Der Begriff des "Face Factors", den CUTLER und DAVEY (3) geprägt haben, bezeichnet die Projektion der Nase in das Gesichtsfeld. Er ergibt sich nach der Formel:

$$\tan \alpha = \frac{\text{Distanz Nasenspitze-Hornhautscheitel}}{1/2 \text{ Interpupillardistanz}}$$

Je größer dieser Faktor ist, um so kleiner fällt das Gesichtsfeld im nasalen Bereich aus.

Im oberen Quadranten setzt der Orbitabau der Gesichtsfeldausdehnung eine anatomische Grenze. Stark ausgeprägte Orbitalränder sowie buschige Augenbrauen bedeuten ein Hindernis für die von oben einfallenden Strahlen und damit eine Gesichtsfeldeinengung (19).

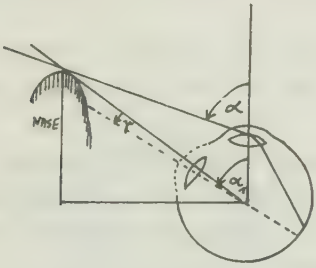
Die Größe des Einzelblickfeldes wird im Gegensatz zu der des Gesichtsfeldes vom optischen Apparat kaum beeinflußt.

Weiterhin wird die Blickfeldgrenze gleich der Gesichtsfeldgrenze von der Sehschärfe bestimmt. Da die Retinafunktion mit zunehmendem Alter eingeschränkt wird, muß auch das Blickfeld kleiner werden. Für bewegte Objekte sinkt die Sehschärfe in der Blickfeldperipherie deutlich ab. Unter diesem Aspekt begrenzt sich das Blickfeld auf einen

zentralen Anteil von ca. 50 Grad, den HONNEGER (15a) als Gebrauchsblickfeld bezeichnet.

Die Anatomie der Nase -der "Face Factor"- wirkt sich auf das Blickfeld in der gleichen Weise aus, wie auf das Gesichtsfeld. Die Einschränkung ist jedoch größer, so daß im nasalen Bereich die Gesichtsfeldgrenze die des Blickfeldes überschreitet. Diese Erscheinung ist beim Gesichtsfeld durch die Lage der Hornhaut zum Nasenrücken und beim Blickfeld durch das Verhältnis von Nasenrücken zu Augendrehpunkt bedingt. Abb. 1 soll diesen Sachverhalt deutlich machen.

Abb. 1 :
Gesichtsfeld- und Blickfeldgrenze im nasalen Bereich
(vereinfacht nach ENGELHARDT (5))



Für den Verlauf der Blickfeldgrenze ist die Orbitagestaltung ungleich wichtiger als für das Gesichtsfeld. Im oberen und temporalen Quadranten sowie im oberen Teil des nasalen Quadranten bildet der Augenhöhlenrand die absolute Blickfeldgrenze. Nach unten hin wird das Blickfeld durch die Wange und das Jochbein begrenzt. So sind starke individuelle Unterschiede, je nach Beschaffenheit der Gesichtszüge, möglich.

Eine wichtige Rolle spielt die Beweglichkeit der Augäpfel. Es ist bekannt, daß es Menschen mit lebhaftem oder ruhigem Blick gibt. PIPER (25) berichtet aufgrund seiner elektrooculographischen Untersuchungen von einer "Blickstarre", die bei älteren Personen auftritt. Eine Verminderung der Exkursionsfähigkeit des Auges setzt bereits nach dem 30. Lebensjahr ein.

Nicht zu vernachlässigen ist die Prominenz der Bulbi. Tritt der Augendrehpunkt durch physiologischen Schwund des retrobulbären Fettkörpers zurück, so verkleinert sich auch der Blickwinkel. Nach HAGER (11) spielt das nur dort eine Rolle, wo das Blickfeld von der Orbita begrenzt ist.

Neben den anatomisch-physiologischen Determinanten des Gesichts- und Blickfeldes soll noch auf solche eingegangen werden, die exogener Natur sind. Es handelt sich dabei um Faktoren, die von Umweltbedingungen geprägt sind und nicht in der Eigenart des Menschen liegen.

Da beide Felder gleichermaßen betroffen sind, sollen die Gesichtspunkte gemeinsam abgehandelt werden, wobei nur die wesentlichen erwähnt werden.

HAGER (12) hat in einer Untersuchung von Brillenträgern festgestellt, daß Gesichts- und Blickfeldgrößen je nach vorgeschaltetem Glas und der Fassung variieren. Da die Grenzen beider Felder nasal und oben meist mit der Brillenfassung zusammenfallen, sind die brillenbedingten Veränderungen also nur im temporalen und unteren Quadranten von Bedeutung.

Gesichts- und Blickfeld des durch eine Sammellinse auskorrigierten Auges sind kleiner als die eines emetropen Auges. In den Randpartien beider Felder kommt es durch prismatische Aberration zu Ringskotomen.

So bewirkt z. B. ein Sammelglas von +3dptr. einen peripheren Ausfall von 2,1 Winkelgraden; ein Glas von +6dptr. bereits eine Ein-

buße von 6,8 Winkelgraden. Der letzte Wert entspricht bei 1 mtr. Entfernung einem Ringskotom von 18 cm!

Zu dem Ausfall, bedingt durch prismatische Aberration muß noch derjenige durch den Fassungsrand hinzugerechnet werden. Dabei können Einbußen von allseits über 20 Winkelgraden entstehen.

Neben dem Fassungsrand der Brille spielt die Breite und Anordnung der Bügel für die Ausdehnung beider Felder eine nicht unerhebliche Rolle. Es ist logisch, daß breite Bügel eine Einschränkung der Grenzen bewirken. Der Brillengestaltung muß also Bedeutung zugemessen werden.

Die größten Ausfälle treten bei Starglasträgern auf, da es durch die zylindrische Komponente der Linsen zu sehr starken Abbildungsfehlern in den Randpartien des Glases kommt. (Abb. 2)

Die Felder von Personen mit cornealen Haftschalen und implantierten Linsen entsprechen denen Emmetroper.

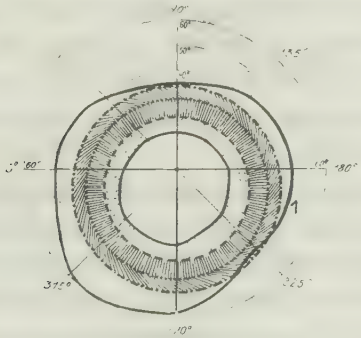


Abb. 2: Blickfeld eines Aphaken. (HAGER (12))

——— Blickfeld eines Emmetropen ohne Brille

-·-·-·- Äußerer Rand einer ringförmigen Fassung

..... Blickfeld eines gleichaltr. Emmetropen mit opt. leerer Fassung

– – – – – Theor. Blickfeld eines Aphaken mit einer Linse von +10dptr.

——— Tatsächliches Blickfeld des Aphaken mit Glaskorrektur.

Anders verhält es sich bei der Anwendung von Konkavlinsen. Der dingseitige Blickwinkel wird zwar vergrößert, Gesichts- und Blickfeld scheinen also erweitert zu sein. In den Randpartien tritt aber eine Zone des Doppeltsehens auf, so daß die Aussengrenzen beider Felder bei Trägern von Zerstreuungslinsen nicht signifikant verändert sind.

Weiter führt Sauerstoffmangel nach GOLDMANN (6) zu einer Einengung der Gesichtsfeldgrenzen. BIETTI (1) gibt an, daß die Augenmotilität bei Anoxämie leidet. Daraus resultiert ein verkleinertes Blickfeld. Besonders in verkehrsreichen Industriestädten, wo es durch Abgase zu Sauerstoffmangel kommen kann, muß an diese Tatsache gedacht werden.

Im Straßenverkehr können beträchtliche Einschränkungen beider Felder durch Umwelterscheinungen auftreten. Diese sind Bäume, Büsche, Gebäude, andere Fahrzeuge und schlechte Wetterverhältnisse. Diese Faktoren sind sehr inkonstant und kaum beeinflußbar.

Anders verhält es sich mit Hindernissen innerhalb des Fahrzeuges. Rahmenteile von Windschutzscheiben können Gesichts- und Blickfeldgrenzen erheblich einengen. Die Windschutzscheibe selbst führt durch zu starke Krümmung zu Einschränkung der Felder; ebenso Schmutzkrusten und angebrachte Plaketten.

Bei hohen Geschwindigkeiten engt sich das Gesichtsfeld röhrenförmig auf fast minimale Größe ein. Geschehnisse, die sich unmittelbar seitlich der Straße abspielen, werden nicht mehr wahrgenommen. GRAMBERG-DANIELSEN (9) führt dieses Phänomen auf das Eingreifen corticaler Zentren zurück. Um das afferente Impulsmuster konstant zu halten, werden periphere Gesichtsfeldreize, die bei hohen Geschwindigkeiten erhebliche Störgrößen darstellen, durch die zentrale Sollwertstellung ausgeschaltet.

Hiermit geht eine Einschränkung des Blickfeldes einher. IRVING (16) führt an, daß der interessierende Blickwinkel mit steigender Ge-

schwindigkeit kleiner wird, und daß die Augenbewegungen abnehmen. Nach HONNEGER (15a) finden bei hohen Geschwindigkeiten, bei denen ein Objekt gerade noch erkannt wird, Folgebewegungen des Auges nur noch in einem zentralen Sektor von 50 Grad statt. HOCKENBREAMER (15) bestätigt diese Erfahrung.

Darstellung der Versuchsmethode

Die Untersuchung der Reizschwellen für Gesichtsfeld- und Blickfeldaussengrenzen erfolgte mit dem Goldmann-Perimeter 940. Das Gerät befand sich in einem absolut dunklen Raum, so daß Beeinträchtigungen der Ergebnisse durch Schwankungen der Umfeldleuchtdichte und Ablenkung der Versuchsperson weitgehend ausgeschaltet waren.

Zu Beginn der Untersuchung wurde die Leuchtdichte von Testmarke und Schale eingestellt. Die Eichung fand mit Hilfe eines Luxmeters statt. Die Testmarkengröße betrug 1/4 mm^2, ihre Helligkeit 31,5 asb.

Da Versuchspersonen im Alter von 50 - 60 Jahren jedoch nicht mehr fähig waren, diese Reizmarke wahrzunehmen, war eine Abänderung der Helligkeit auf 100 asb notwendig, wobei die Größe der Marke konstant blieb.

Eine Augenklappe deckte ein Auge der Testperson vollständig ab. Der Kopf des Untersuchten wurde mittels Kopfhalter fixiert und das zu untersuchende Auge genau zentriert.

Nach der Erklärung des Untersuchungsvorganges wurde mit der Messung der Gesichtsfeldaussengrenzen begonnen.

Mit regelmäßiger Geschwindigkeit wanderte der Projektor über eine Schemafläche aus dem Gebiet geringerer zu höherer Empfindlichkeit. Während der Untersuchung konnte die Fixation des getesteten Auges ständig kontrolliert werden.

Anschließend wurden die Blickfeldaussengrenzen des gleichen Auges bestimmt. Die Versuchsperson war aufgefordert, ihr Auge maximal in die Richtung zu wenden, aus der die Testmarke sich näherte. Es fand eine ständige Kontrolle der Kopfstellung statt.

Sobald die Person die Lichtmarke an der Peripherie bemerkte,

betätigte sie einen Summer. Der sich ergebende Wert wurde in ein Kreisschema eingetragen und die so gewonnenen Punkte geradlinig verbunden.

Die Untersuchung des 2. Auges erfolgte nach einer kurzen Pause in der gleichen Art.

Unter gebotener Rücksichtnahme auf die Belastung der Untersuchten wurden die Aussengrenzen der Felder in je 8 Meridianen im Abstand von 45 Kreisgraden bestimmt, wobei sich pro Person 32 Meßwerte ergaben.

Untersucht wurden insgesamt 100 normalsichtige Personen zwischen dem 10. und 60. Lebensjahr. Leichte Refraktionsanomalien blieben vernachlässigt.

Es wurde gemessen:

1. Gesichtsfeld- und Blickfeldaussengrenzen von 66 Personen zwischen dem 10. und 50. Lebensjahr mit der Testmarke I_1 (1/4 mm^2; 31,5 asb). Es erfolgte eine Unterteilung in 4 Gruppen, so daß eine Gruppe 10 Jahrgänge enthielt. (Gr. I : 10-19 J; Gr. II : 20-29 J; Gr. III : 30-39J; Gr. IV : 40-49 J)
2. Gesichtsfeld- und Blickfeldaussengrenzen von 15 Personen mit der Lichtmarke I_2 (1/4 mm^2; 100 asb). Sie bildeten die Gruppe V (50-59 J).
3. Gesichts- und Blickfeldaussengrenzen von 10 Personen als Vergleich, gemessen mit der Marke I_1 und mit der Marke I_2. Dabei handelte es sich um Personen in dem Alter von 30-50 Jahren. Je 5 Personen bildeten eine Gruppe.
4. Gesichts- und Blickfeldaussengrenzen im nasalen Bereich in 3 Meridianen, die je einen Abstand von 45 Kreisgraden hatten. Die Messung erfolgte mit Testmarken verschiedener Größe (II_1 = 1 mm^2; III_1 = 4 mm^2). Die Leuchtdichte blieb konstant. Sie betrug ständig 31,5 asb. Es kamen 9 Personen

zur Untersuchung. Das Lebensalter konnte vernachlässigt werden.

Versuchsergebnisse und Diskussion

Die Hauptuntersuchung der Gruppen I - IV mit der Testmarke I_1 ergab die in Tabelle 1 und 3 angeführten Mittelwerte der Aussengrenzen von Gesichtsfeld und Blickfeld (Abb. 3). Die Mittelwerte sind auf 0, 5 Einheiten abgerundet.

Die Tabellen beinhalten die Standardabweichungen der Mittelwerte. Sie wurden nach der Formel

$$S = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \cdot \frac{\sum |d_i|}{n - 1/2}$$

ermittelt, wobei d_i der Abweichung des Einzelwertes x_i vom Mittelwert = x_i-M entspricht.

Die Einzelwerte der Messung sind in den Tabellen im Anhang dargestellt.

Tabelle 1 : Mittelwerte der Gesichtsfeldaussengrenzen von Gruppe I - IV, ermittelt mit der Testmarke I_1.
(M=Mittelwert; S=Standardabweichung" Angabe in Winkelgraden)

Gruppe	Temp.	45°	Oben	135°	Nasal	225°	Unten	315°
I	M	19,0	13,0	12,0	13,5	16,5	15,0	14,5	16,5
	S	8,0	5,2	3,6	4,0	4,5	4,2	4,6	6,6
II	M	29,5	18,5	15,0	17,5	22,0	20,0	19,5	23,0
	S	11,5	7,0	3,9	4,3	3,9	4,5	6,7	6,8
III	M	22,0	13,5	12,5	13,0	16,0	15,5	15,5	18,5
	S	9,7	4,4	3,4	4,2	5,2	4,6	4,7	7,3
IV	M	18,0	11,5	10,0	11,0	12,5	12,5	13,5	16,0
	S	8,8	4,5	4,4	4,9	6,0	5,2	5,7	7,4

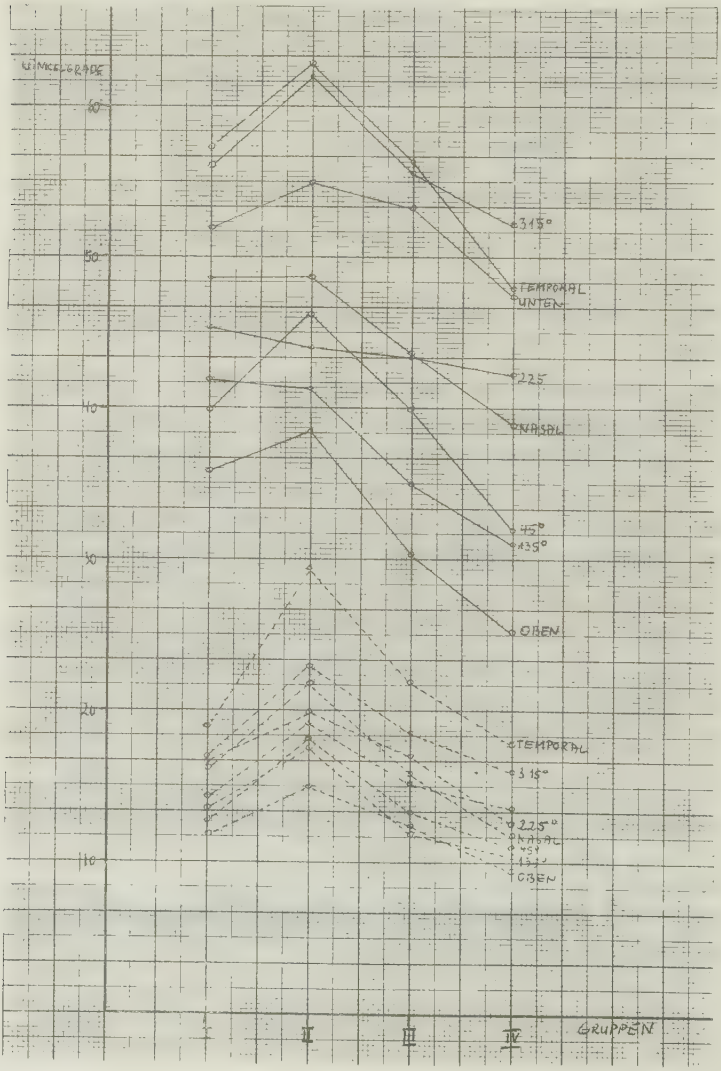
Aus der Tabelle 1 läßt sich folgendes ersehen:

1. In allen Altersgruppen weist das Gesichtsfeld zwei Maxima auf; temporal und temporal unten.

Abb. 3 : Gesichtsfeld- und Blickfeldaussengrenzen in Abhängigkeit vom Lebensalter (Testmarke I_1)

——— Blickfeld

--------- Gesichtsfeld



2. Die Minima der Gesichtsfeldaussengrenzen liegen bei allen Untersuchten im oberen und nasal oberen Meridian.
3. Das Gesichtsfeld der Gruppe I (10-19 J) ist in allen Richtungen kleiner als das der Gruppe II. Temporal und temporal unten beträgt die Differenz bis zu 10^{o}, in den übrigen Richtungen im Durchschnitt 5^{o}.
4. Im Vergleich mit Gruppe III entspricht das Gesichtsfeld der 10-19-jährigen ungefähr dem der 30-39-jährigen. Nasal und nasal oben ist es gering größer. In den übrigen Meridianen liegen die Aussengrenzen des Gesichtsfeldes von Gruppe III im Durchschnitt 1^{o} weiter außen als diejenigen der Gruppe I.
5. Die Gesichtsfeldausdehnung wird von Gruppe II zu Gruppe IV laufend eingeschränkt (Abb. 4). Die Tabelle 2 gibt einen Überblick über das prozentuale Verhalten der Gesichtsfeldaussengrenzen verschiedener Altersgruppen.

Tabelle 2 : Verhalten von Gesichtsfeldgrenzen der Gruppen I - IV. (Angabe in %, errechnet nach Mittelwerten)

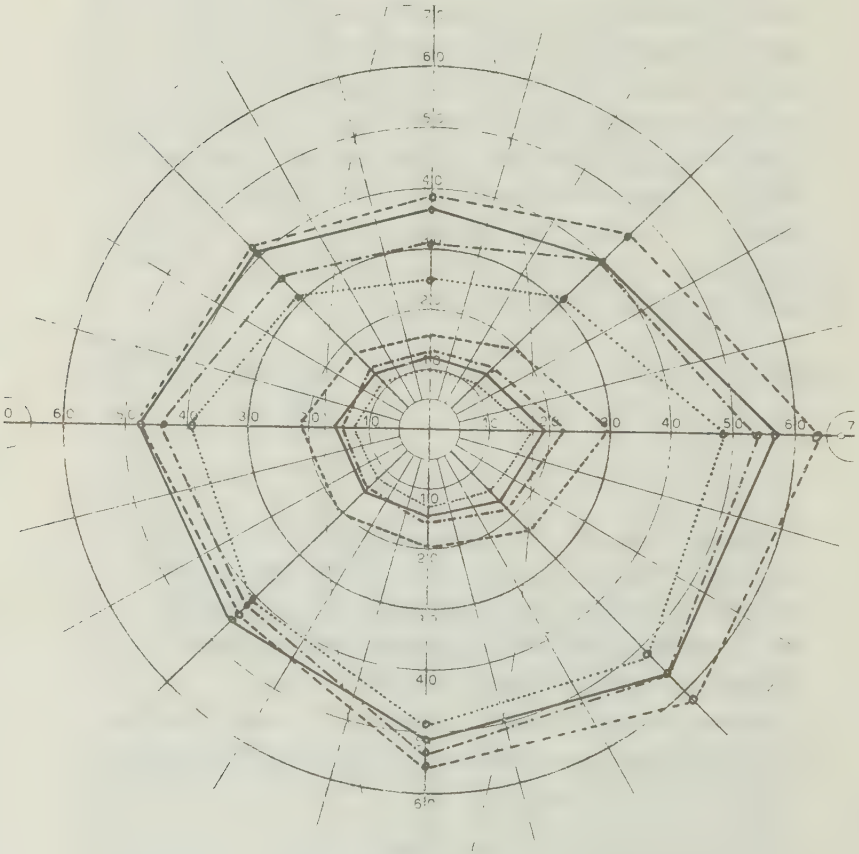
Gruppe	Temp.	45^{o}	Oben	135^{o}	Nasal	225^{o}	Unten	315^{o}
I : II	+ 55	+ 42	+ 25	+ 30	+ 33	+ 33	+ 34	+ 39
II : III	- 25	- 27	- 17	- 26	- 27	- 22	- 20	- 20
III : IV	- 18	- 15	- 20	- 15	- 22	- 19	- 13	- 13

Die größte Gesichtsfeldeinschränkung findet von der II. zur III. Gruppe statt. Dabei nehmen die Werte im oberen temporalen und oberen nasalen Bereich am stärksten ab. In den übrigen Meridianen beträgt der Verlust im Mittel 20 %. Am geringsten verändert sich die Gesichtsfeldgrenze nach oben.

Das Gesichtsfeld der 40-49-jährigen ist im Vergleich zu dem der 30-39-jährigen oben und temporal stark eingeschränkt. Eine

Abb. 4 : Gesichtsfeld- und Blickfeldausdehnung der Gruppen I - IV (Testmarke I_1)

Blickfeld		Gesichtsfeld
———	Gruppe I	———
- - - - - - - -	Gruppe II	- - - - - - - -
—·—·—·—	Gruppe III	—·—·—·—
·····	Gruppe IV	·····



erhebliche Verschiebung der Grenzen gegenüber denen der Gruppe III ist auch im nasalen Bereich zu bemerken. Dabei liegen die Ausmaße der Einschränkung im Mittel bei 19 %. Am geringsten ist in dieser Gruppe die Abnahme der Gesichtsfeldgröße im unteren Quadranten. In den übrigen Meridianen liegt die Gesichtsfeldgrenze um 15 % weiter innen als bei der Gruppe III.

Tabelle 3 : Mittelwerte der Blickfeldaussengrenzen von Gruppe I - IV, ermittelt mit der Testmarke I_1.
(M=Mittelwert; S=Standardabweichung; Angabe in Winkelgraden)

Gruppe		Temp.	45°	Oben	135°	Nasal	225°	Unten	315°
I	M	57,5	40,0	36,0	41,0	48,5	45,5	51,5	56,0
	S	11,7	7,9	5,8	7,2	7,4	6,2	6,9	11,7
II	M	63,0	46,5	38,5	41,5	48,5	44,0	55,0	62,5
	S	10,9	9,1	6,8	6,7	7,8	5,1	7,7	11,5
III	M	56,5	40,0	30,5	35,0	43,5	43,5	53,5	56,0
	S	10,0	10,9	7,9	7,1	6,6	5,2	10,4	8,9
IV	M	48,0	32,0	25,5	31,5	39,0	42,5	48,0	52,5
	S	6,3	4,8	5,2	5,8	5,3	4,8	7,6	7,5

Bei der Messung der Blickfeldaussengrenzen ergab sich folgendes:

1. Die Blickfeldgrenzen weisen in allen Altersstufen 2 Maxima auf. Sie liegen temporal und temporal unten.
2. Die Minima der Ausdehnung befinden sich oben und nasal oben.
3. Das Blickfeld der 10-19-jährigen ist in den meisten Richtungen kleiner als das der 20-29-jährigen. Ausgenommen sind die nasale und untere nasale Richtung. Nasal ist die Ausdehnung beider Felder gleich, nach nasal unten überschneidet die Blickfeldgrenze der Gruppe I die der Gruppe II um 1,5°. In den noch verbleibenden Richtungen liegt die Grenze der Gruppe II im Durchschnitt um

4^{o} weiter außen als die der Gruppe I.

4. Die Blickfeldgrenzen der Gruppe III fallen nur im temporalen Bereich mit denen der I. Gruppe zusammen. Außer nach unten liegen sie auf allen Meridianen weiter innen.
5. Die Ausdehnung des Blickfeldes nimmt von Gruppe II an kontinuierlich ab (Abb. 4). In Tabelle 4 ist die Differenz zwischen den einzelnen Gruppen in Prozent angegeben.

Tabelle 4 : Verhalten von Blickfeldgrenzen der Gruppen I - IV (Angabe in %, errechnet nach Mittelwerten)

Gruppe	Temp.	45^{o}	Oben	135^{o}	Nasal	225^{o}	Unten	315^{o}
I : II	+ 10	+ 16	+ 7	+ 1	$\pm$ 0	- 3	+ 7	+ 12
II : III	- 10	- 14	- 21	- 16	- 10	- 1	- 3	- 10
III : IV	- 15	- 20	- 16	- 10	- 10	- 2	- 10	- 6

Unter Vernachlässigung der Richtung beträgt der Abfall der Werte zwischen den einzelnen Gruppen jeweils 11 %.

Das Blickfeld der III. Gruppe wird im gesamten oberen Quadranten am stärksten eingeschränkt. Die geringste Veränderung findet man nasal unten und unten. In den restlichen Meridianen kommt es zu gleichen Einengungen von 10^{o}.

In der Gruppe IV erfolgt die stärkste Einengung nach oben und temporal. Im unteren nasalen Bereich ist der Verlust minimal. In den übrigen Meridianen bewegt sich die Verschiebung der Grenze zwischen 6 und 10 %.

Mittels des Vergleiches soll eine Verbindung zwischen den mit verschiedener Testmarke ermittelten Ergebnissen hergestellt werden. So können die Werte der Gruppe V, gemessen mit der Testmarke I_2, in die Ausführungen mit einbezogen werden.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung, gemessen mit der Marke I_1, sind als Mittelwerte in der Tabelle 5 angegeben. Die Mittelwerte sind auf 0,5 Einheiten gerundet. Die Einzelwerte sind im Tabellenanhang ange-

Tabelle 5 : Aussengrenzen von Gesichtsfeld und Blickfeld der Gruppen III - IV

(M=Mittelwert; A=Abweichung der Mittelwerte; W=Wahrscheinlichkeit;

Angaben in Winkelgraden Testmarke I_1)

Vergleichsmessung

Gesichtsfeld

Gruppe		Temp.	45°	Oben	135°	Nasal	225°	Unten	315°
III	M	27	14	12	14	17	16,5	17,5	21
	A W	+ 5,0 60%	+ 0,5 91%	- 0,5 88%	+ 1,0 81%	+ 1,0 85%	+ 1,0 83%	+ 2,0 67%	+ 2,5 73%
IV	M	23,5	11,5	10	11,5	14	14	14	19
	A W	+ 5,0 57%	± 0 100%	± 0 100%	+ 0,5 92%	+ 1,5 80%	+ 1,5 77%	+ 0,5 93%	+ 3,0 68%

Blickfeld

III	M	58	44,5	35,5	40	46,5	44	57,5	59,5
	A W	+ 1,5 88%	+ 4,5 68%	+ 5,0 53%	+ 5,0 48%	+ 3,0 65%	+ 0,5 92%	+ 4,0 70%	+ 3,5 70%
IV	M	48	32	28	29,5	34	37	47,5	51,5
	A W	± 0 100%	± 0 100%	+ 2,5 63%	- 2,0 73%	- 5,0 35%	- 5,5 25%	- 0,5 94%	- 1,0 90%

führt.

Die Formel

$$P\ (x \leqq A) = \Phi\left(\frac{A}{S}\right)$$

wobei P = Probability

x = Fehler des Mittelwertes der Hauptuntersuchung

A = Abweichung der Mittelwerte

Φ = Gauß'sches Wahrscheinlichkeitsintegral

S = Standardabweichung der Hauptuntersuchungswerte sind, gibt die Wahrscheinlichkeit an, daß der Fehler des Mittelwertes der Hauptuntersuchung (Marke I_1) kleiner ist, als die Abweichung A des Mittelwertes der Vergleichsuntersuchung (Marke I_1) vom Mittelwert der Hauptmessung (Marke I_1). Nach $W = P\ (x \geqq A) = 1 - \Phi\left(\frac{A}{S}\right)$ ist jedoch die Wahrscheinlichkeit dafür erhärtet worden, daß der Fehler des Mittelwertes der Hauptmessung größer ist, als die tatsächliche Abweichung der Mittelwerte von Vergleichs- und Hauptmessung. Das Ergebnis ist in Tabelle 5 als W in % wiedergegeben. Den Werten ist zu entnehmen, daß die Abweichungen des Vergleiches mit hoher Wahrscheinlichkeit innerhalb der Fehlergrenzen des Mittelwertes der Hauptuntersuchung liegen.

Damit kann man die Ergebnisse dieser Untersuchungsreihe als repräsentativ für die Hauptuntersuchung betrachten. Die Werte der Vergleichsmessung mit der Marke I_2 sind mit den Ergebnissen der Untersuchung von Gruppe V, ebenfalls mit der Marke I_2 in Tabelle 6 und 8 eingetragen. (Einzelwerte im Anhang)

Die Ergebnisse der Untersuchung von Gesichtsfeldaussengrenzen mit der Testmarke I_2 sind in der Tabelle 6 dargestellt. Es ist folgendes zu ersehen:

1. Die Maxima der Gesichtsfeldausdehnung liegen bei allen Versuchspersonen temporal und temporal unten.

Tabelle 6 : Mittelwerte der Gesichtsfeldaussengrenzen von Gruppe III - V, ermittelt mit der Testmarke I_2.
(M=Mittelwerte; S=Standardabweichung; Angabe in Winkelgraden)

Gruppe		Temp.	45°	Oben	135°	Nasal	225°	Unten	315°
III	M	48,0	33,5	27,0	27,5	29,0	33,0	37,5	45,5
	S	3,4	6,1	6,1	5,1	3,7	4,6	6,7	2,2
IV	M	43,0	27,5	23,5	24,0	28,0	30,5	36,0	41,5
	S	6,7	6,1	5,7	5,3	4,6	2,6	3,7	4,0
V	M	36,5	25,5	21,5	21,5	24,0	24,5	27,5	32,0
	S	10,3	7,5	5,2	6,2	6,3	6,2	7,0	7,8

2. Die Minima der Gesichtsfeldgrenzen aller Gruppen befinden sich oben und nasal oben.
3. Das mit der Testmarke I_2 ermittelte Gesichtsfeld ist auf allen Meridianen größer als das mit der Marke I_1 gemessene.
4. Die Gesichtsfeldgrenzen der Gruppe IV sind nach temporal und im oberen Quadranten bedeutend enger als die der Gruppe III. Nach nasal und unten ist die Einschränkung gering, sie beträgt im Mittel 6 % (Tab. 7). Bis auf Abweichungen im nasalen Bereich entspricht dieses Ergebnis dem mit der Testmarke I_2 ermittelten.

Tabelle 7 : Verhalten der Gesichtsfeldgrenzen der Gruppe III - V (Angabe in %, errechnet nach Mittelwerten)

Gruppe	Temp.	45°	Oben	135°	Nasal	225°	Unten	315°
III : IV	- 10	- 18	- 13	- 13	- 3	- 8	- 4	- 9
IV : V	- 15	- 17	- 9	- 10	- 14	- 20	- 24	- 23

Die Einengung des Gesichtsfeldes der Gruppe V gegenüber der der Gruppe IV ist bedeutend ausgeprägter als die beim Vergleich zwischen Gruppe III und IV. Besondere Einschränkung erfährt das Gesichtsfeld im temporalen und unteren Quadranten.

Tabelle 8 : Mittelwerte der Blickfeldaussengrenzen der Gruppen III - V, ermittelt mit der Testmarke I_2.
(M=Mittelwert; S=Standardabweichung; Angabe in Winkelgraden)

Gruppe		Temp.	45°	Oben	135°	Nasal	225°	Unten	315°
III	M	83,0	59,0	47,5	44,5	49,0	47,5	71,5	85,0
	S	6,7	11,2	9,4	5,4	3,4	3,0	6,1	8,6
IV	M	77,5	51,5	41,0	40,5	46,5	45,5	65,0	79,5
	S	5,4	6,1	5,1	5,5	6,3	5,0	7,5	5,7
V	M	72,5	49,0	38,5	44,0	48,5	46,0	61,0	71,0
	S	11,2	10,5	5,9	6,7	6,3	5,5	7,1	10,9

Die Bestimmung der Blickfeldaussengrenzen mit der Marke I_2 ergab:

1. In allen Gruppen lagen die Maxima des Blickfeldes temporal und temporal unten.
2. Die Minima der Blickfeldgrenzen befinden sich oben und nasal oben.
3. Das Blickfeld, ermittelt mit der Testmarke I_2 ist auf allen Meridianen größer als das mit der Marke I_1 gemessene.
4. Zwischen Gruppe III und Gruppe IV kommt es zu einem Abfall der Werte besonders oben und temporal oben. Das Minimum der Einschränkung findet sich nasal und nasal unten. Der Verlauf der Blickfeldgrenze ändert sich bei beiden Testmarken, I_1 und I_2, gleichsinnig.

Gegenüber der Blickfeldausdehnung der Gruppe IV ist die der V. Gruppe temporal unten sehr stark eingeschränkt. Nach unten und oben nimmt die Blickfeldgröße gleichermaßen ab. Im nasalen Quadranten ist ein Zuwachs gegenüber Gruppe IV zu bemerken (Tab. 9).

Tabelle 9 : Verhalten von Blickfeldgrenzen der Gruppen III - V (Angabe in %; errechnet nach Winkelgraden)

Gruppe	Temp.	45°	Oben	135°	Nasal	225°	Unten	315°
III : IV	- 7	- 13	- 14	- 9	- 5	- 4	- 9	- 6
IV : V	- 6	- 5	- 6	+ 9	+ 4	+ 1	- 6	- 11

Vergleicht man die Aussengrenzen von Gesichtsfeld und Blickfeld, so ist zu bemerken, daß ihre Maxima und Minima zusammenfallen. Beide Felder weisen zwei Maxima - temporal und temporal unten - und zwei Minima - oben und nasal oben - auf. Ihre Lage entspricht anatomisch dem Verlauf der Orbita. ENGELHARDT (5) gibt jedoch jeweils drei Maxima und Minima für Gesichts- und Blickfeld an, wobei die des Gesichtsfeldes temporal, unten und nasal oben, die des Blickfeldes oben, nasal unten und temporal unten liegen. Die Abweichung von den Ergebnissen dieser Arbeit ist durch die individuell unterschiedliche Gestaltung von Orbita und Nase zu erklären.

Wie verhalten sich nun die Gesichts- und Blickfeldgrenzen, die mit verschiedenen Testmarken ermittelt wurden? Die Ausdehnung beider Felder ist bei der helleren Testmarke I_2 weit größer als diejenige, die mit der dunkleren Testmarke I_1 ermittelt wurde. Die stärksten Unterschiede treten temporal und unten auf, während die Größe von Gesichtsfeld und Blickfeld im nasalen Bereich nur gering variiert. Insgesamt ist bei Verwendung der Marke I_2 die Ausdehnung des Gesichtsfeldes um ca. 100 %, die des Blickfeldes um ca. 35 % größer, als bei Verwendung der Marke I_1. Es hat sich also auch das Verhältnis von Gesichtsfeld zu Blickfeld geändert. In der Gruppe III zum Beispiel verhalten sich Gesichtsfeld und Blickfeld, ermittelt mit der Marke I_2 wie 10 : 17. Gemessen mit der Marke I_1 beträgt das Verhältnis beider Felder zueinander 10 : 28. Mit zunehmender Helligkeit und damit steigender Reizintensität des zu sehenden Objektes nähert sich die Gesichtsfeldgrenze der des Blickfeldes.

Ausgehend von den Determinaten für Gesichtsfeld- und Blickfeldgrenzen liegt die Vermutung nahe, daß die Felder mit steigendem Lebensalter kleiner werden. Die Untersuchungen ergeben aber, daß beide Felder der 10-19-jährigen kleiner ausfallen als die der nächst älteren Gruppe. Besonders im temporalen Quadranten ist die Differenz

erheblich. Sie beträgt hier für das Gesichtsfeld 44 %, für das Blickfeld 13 %. Das Sehvermögen Jugendlicher ist voll entwickelt, die psychische Reaktionszeit relativ kurz (21). Die geringe Ausdehnung von Gesichtsfeld und Blickfeld in dieser Altersgruppe könnte vielleicht auf mangelnde Konzentrationsfähigkeit und auf geringen Konzentrationswillen junger Menschen zurückgeführt werden. Bei der Bestimmung der Blickfeldgrenzen erfordert die aktive Mitarbeit unbewußt vermehrte Aufmerksamkeit von den Versuchspersonen. Der geringe Unterschied der Blickfeldgrößen ließe sich so begründen.

Vom 30. Lebensjahr an nimmt die Ausdehnung von Gesichtsfeld und Blickfeld laufend ab. Die folgende Tabelle gibt das Verhältnis von Gesichtsfeld und Blickfeld wieder. Dabei ist die Gesichtsfeldgröße stets gleich 100 %.

Tabelle 10 : Verhältnis von Gesichtsfeld- zu Blickfeldgröße (Angaben in %; Testmarke I_1; errechnet nach Mittelwerten)

	Gesichtsfeld	Blickfeld in % vom Gesichtsfeld							
Gruppe	Alle Richtungen	Temp.	45°	Oben	135°	Nasal	225°	Unten	315°
I	100	303	308	300	307	294	303	355	340
II	100	214	251	256	237	220	220	282	272
III	100	257	296	244	269	272	280	345	302
IV	100	267	278	225	286	312	340	356	328

Unter Vernachlässigung der Richtung ist das Verhältnis von Gesichtsfeld zu Blickfeld bei der I. Gruppe 10 : 31, bei der II. Gruppe 10 : 25, bei der III. Gruppe 10 : 28 und bei der IV. Gruppe 10 : 30. Die Differenz zwischen Gesichtsfeld- und Blickfeldgröße wird vom 30. Lebensjahr an aufwärts immer größer. Das Gesichtsfeld erfährt also eine stärkere Einschränkung als das Blickfeld. Vom 20. bis zum 60. Lebensjahr erleidet das Gesichtsfeld insgesamt einen Verlust von

56 %, das Blickfeld von 31 %. Der optische Apparat und ebenso die periphere Retinafunktion sind demnach von Alterungsvorgängen stärker betroffen als die Motilität des Auges und die zentrale Sehschärfe.

Das Gesichtsfeld erfährt im Alter von 30 - 40 Jahren die stärkste Einschränkung aller Jahrgänge. Vom 40. bis zum 60. Lebensjahr ist der Verlust in allen Gruppen gleich. Das Blickfeld nimmt dagegen mit steigendem Alter fast kontinuierlich ab. Im sechsten Jahrzehnt ist die Abnahme kaum geringer als in den anderen Altersgruppen.

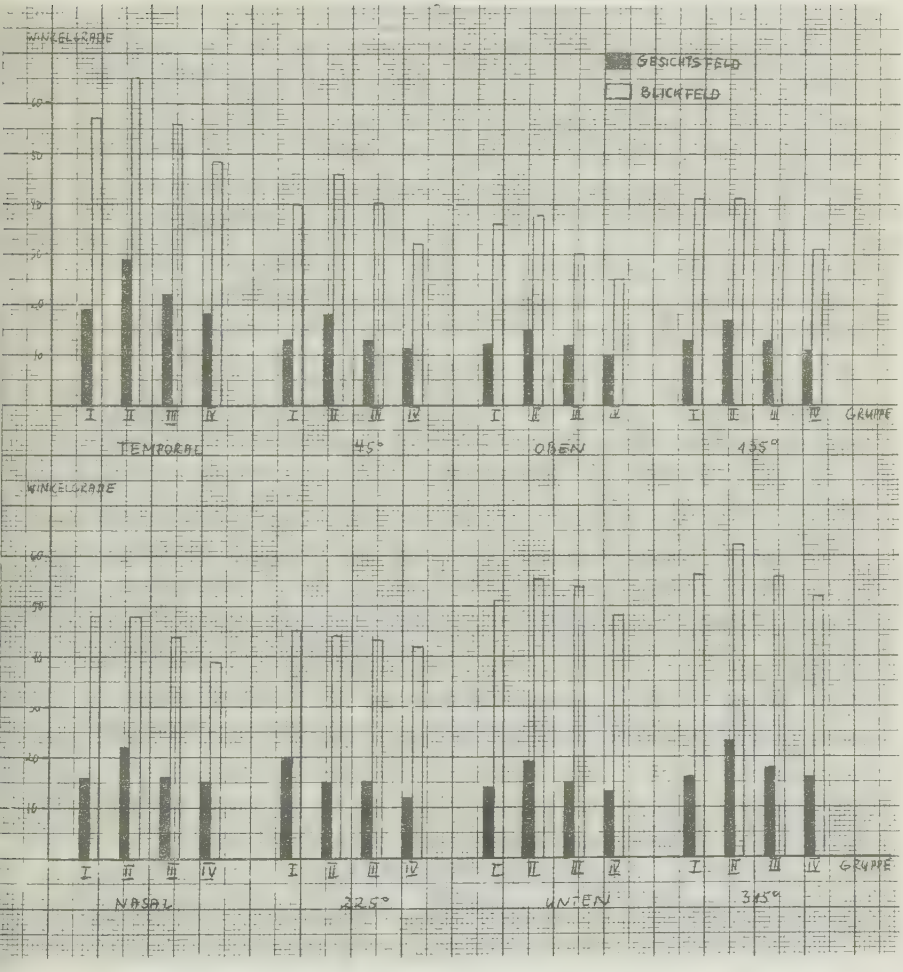
Im temporalen Quadranten und nach unten nimmt das Gesichtsfeld mit steigendem Lebensalter fast gleichmäßig, entsprechend dem Funktionsabfall des optischen Apparates, der die Gesichtsfeldgrenze in diesem Bereich nahezu konzentrisch verlaufen läßt, ab.

Die Blickfeldänderung verläuft davon abweichend. Zwar erfolgt auch eine erhebliche Einschränkung nach temporal, nach unten jedoch beträgt der Blickfeldverlust nur ein Drittel des Gesichtsfeldverlustes. HAGER (11) hat festgestellt, daß das Blickfeld nach unten praktisch keine Einschränkung erfährt. Obwohl der Augendrehpunkt mit steigendem Lebensalter tiefer in die Orbita zurücktritt, kann das Blickfeld nach HAGER (11) unten nicht kleiner werden, da dort die Begrenzung durch den Orbitarand fehlt. Es ist aber zu berücksichtigen, daß die Wange an die Stelle der Orbitakante tritt. Bei Schwund des retrobulbären Fettkörpers stellt sie ebenso wie der Orbitarand ein Hindernis für einfallende Strahlen dar, wenn auch in geringerem Ausmaß. Das Blickfeld wird also auch nach unten eingeschränkt.

Im Gegensatz zum Blickfeld, daß in den vertikalen Ausdehnungen oben und nasal oben die stärkste Einschränkung erfährt, stellt die Abnahme der Gesichtsfeldgröße nach oben die geringste innerhalb der Gesichtsfeldveränderungen dar. Hier macht sich die Verminderung der Augenexkursionsfähigkeit und die Verlagerung des Augendrehpunktes für die Blickfeldgröße bemerkbar.

Ganz besonders differieren Gesichtsfeld- und Blickfeldgrenzen im

Abb. 5 : Vergleichende Darstellung von Gesichtsfeld- und Blickfeldgrenzen der Gruppen I - IV (Testmarke I_1)



nasalen Bereich (Abb. 5). Das Gesichtsfeld wird im Laufe der Jahre nasal und nasal unten sehr stark eingeschränkt. Diese Tatsache ist zum Teil auf die bereits angeführten Alterungsvorgänge am Auge zurückzuführen. Da aber gerade die Gestaltung der Nase bei den einzelnen Versuchspersonen sehr unterschiedlich und vom Alter unabhängig ist, beruhen die Veränderungen von Gesichts- und Blickfeld in diesem Bereich zum Teil auf Zufälligkeiten und können so nicht als objektives Ergebnis gewertet werden. Die Blickfeldgrenze verändert sich in diesem Bereich nur gering. Besonders nasal unten wird das Blickfeld bei zunehmendem Lebensalter kaum eingeschränkt. Beim Blick zur Nasenspitze sind keine maximalen Augenbewegungen erforderlich. Man kann sogar ohne besondere Anstrengung noch größere Teile der Nase selbst erkennen. Die "Kapazität" des Augenbewegungsapparates wird also garnicht voll genützt. Die altersbedingte Motilitätsabnahme sowie der Schwund des retrobulbären Fettes können deshalb in dieser Richtung zu keiner Einschränkung des Blickfeld führen.

Während Veränderungen der Felder im nasalen Bereich beim Strassenverkehr von untergeordneter Bedeutung sind, können Einschränkungen in den übrigen Richtungen die Fahrsicherheit erheblich herabsetzen.

Die Netzhautperipherie dient der oft unterschwelligen Wahrnehmung aussen gelegener Gegenstände. Dem Verkehrsteilnehmer ist damit eine periphere, wenn auch etwas grobe Orientierung möglich. Zum anderen fungieren die Randbezirke der Retina praktisch als Warnsystem für bewegte Dinge, da am Gesichtsfeldrand auftretende Objekte Fixationsbewegungen auslösen. Diese können aber nur dann zum Erkennen des Gegenstandes führen, wenn eine zentrale Abbildung bei ausreichender Motilität der Augen erreicht wird.

Wesentliche Einschränkungen des Gesichtsfeldes nach temporal müssen die Fahrsicherheit also beeinträchtigen. Neben der unzureichenden optischen Führung muß sich beim Kraftfahrer gegenüber akuten Situationen (zum Beispiel : plötzlich auf die Fahrbahn tretende Fußgänger)

ein Unsicherheitsgefühl ergeben. Zwar kann eine geringe Einengung des temporalen Gesichtsfeldes durch laufende Spähbewegungen zum Teil kompensiert werden. Die erhöhte Reaktionsbereitschaft führt aber zu einer raschen Ermüdung.

Nach DANIELSON (5) setzt die Beobachtung von Gegenständen in einem Winkelraum von 30 - 70° Augenbewegungen voraus. Gerade zur Orientierung nach temporal und oben an Ampeln, Verkehrszeichen und Kreuzungen ist ein intaktes Blickfeld notwendig. Das Gleiche gilt für die Ausnutzung von Innen- und Seitenspiegel, die dem Kraftfahrer ausreichende Informationen neben und hinter dem eigenen Fahrzeug ermöglichen sollen. MEIER und JACOBI (24) haben festgestellt, daß beim Überholen und Rückwärtsfahren Unfallschwerpunkte liegen.

Im Normalfall versucht der Verkehrsteilnehmer die Übersicht durch ergänzende Kopfbewegungen zu verbessern (18). Dieses, aufgrund von Augen- und Körperbewegungen einzusehende Feld ist das Umblickfeld, auf dessen Eigenarten COMBERG (2) näher eingegangen ist. Ältere Menschen, die unter abnehmender Beweglichkeit der Halswirbelsäule leiden, sind zur Erreichung der erforderlichen Information besonders auf Blickbewegungen angewiesen. So kann im Extremfall bei älteren Menschen das Blickfeld an die Stelle des Umblickfeldes treten.

Maximale seitliche Blickbewegungen sind beim Einparken und Rückwärtsfahren erforderlich.

Eine Einschränkung des Blickfeldes nach unten wäre nur bei Bus- und Lastkraftwagenfahrern von Bedeutung, die sich durch Blickbewegungen nach unten die Übersicht über das Verkehrsgeschehen verschaffen.

Die Überwachung der Armaturen auf optischem Wege erfordert durch die heute verbesserte Anordnung geringe Blickwendungen.

Da die Untersuchung bei zunehmendem Alter erhebliche Einschränkungen beider Felder besonders in den, für die Verkehrssicherheit

wichtigen Bereichen ergaben, wären periodische, augenärztliche Untersuchungen aller Verkehrsteilnehmer angezeigt, was aber aus technischen Gründen kaum durchzuführen ist. Weiterhin sollten Augenuntersuchungen unter dem Gesichtspunkt "Verkehrssicherheit" die Prüfung des Blickfeldes umfassen.

Auffällig war, daß bei allen 105 Versuchspersonen die von ENGELHARDT (5) beschriebene paradoxe Überschneidung der nasalen Gesichts- und Blickfeldgrenze nicht auftrat. Da eine sehr kleine Testmarke verwendet wurde, lag die Vermutung nahe, daß dieses Phänomen von der Größe des zu sehenden Objektes abhängig war.

Daraufhin wurden die Gesichts- und Blickfeldaussengrenzen im nasalen Bereich mit zwei Testmarken verschiedener Größe bestimmt. Es kamen 18 Augen zur Untersuchung; ein Messungsergebnis wurde durch eine Ptosis verfälscht. Es wurde nicht mit in das Endergebnis einbezogen. Dabei ergab sich folgendes:

1. Bei einer Testmarkengröße von 1 mm^2 und einer Leuchtdichte von 31,5 asb war das nasale Gesichtsfeld aller Versuchspersonen kleiner als das Blickfeld. Die Differenz betrug im Mittel auf dem oberen Meridian $9,9^{o}$, auf dem mittleren $13,5^{o}$ und auf dem unteren 11^{o}.
2. Eine Überschneidung der Grenzen trat bei fast allen Versuchspersonen mit der nächstgrößeren Testmarke von 4 mm^2 ein.
   In dem oberen Meridian lag bei 15 Personen die Gesichtsfeldgrenze im Mittel $2,4^{o}$ weiter aussen als die Blickfeldgrenze. In einem Fall waren die Ausdehnung beider Felder identisch, und nur einmal blieb das Blickfeld größer als das Gesichtsfeld. (Tab. 11)

   In dem horizontalen Meridian kam es zu den gleichen Ergebnissen, die Differenz betrug hier im Mittel $2,2^{o}$. Nasal unten überschritt die Gesichtsfeldgrenze 13 mal die des Blickfeldes, im Durchschnitt um $2,4^{o}$. In zwei Fällen verhiel-

ten sich beide Felder gleich, und in zwei weiteren war die Ausdehnung des Blickfeldes größer als die des Gesichtsfeldes.

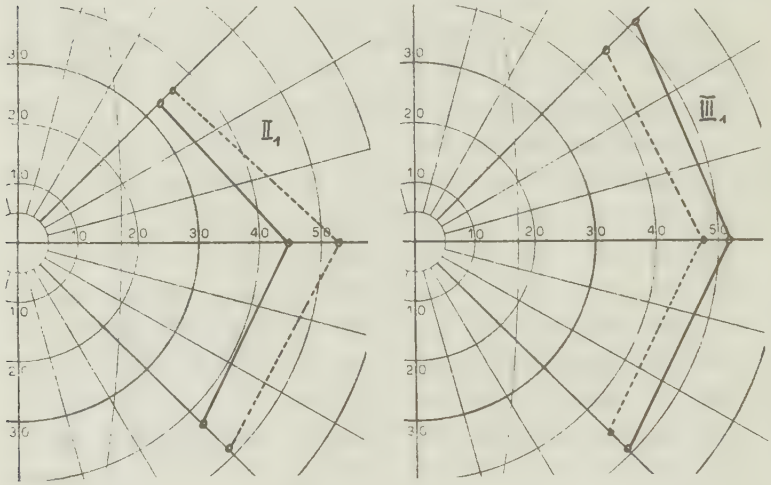
Tabelle 11 : Aussengrenzen von Gesichts- und Blickfeld im nasalen Sektor, gemessen mit verschiedenen Testmarkengrößen. (II_1 = Testmarke 1 mm^2; III_1 = Testmarke 4 mm^2; Angabe in Winkelgraden)

	Nasal oben				Nasal mitte				Nasal unten			
	II_1		III_1		II_1		III_1		II_1		III_1	
	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G	B
1.	33	36	42	35	44	53	51	48	33	45	49	45
2.	31	39	39	37	35	44	48	46	32	38	43	39
3.	26	35	44	42	33	45	48	47	27	45	42	40
4.	32	43	48	45	41	55	56	53	32	51	53	52
5.	26	36	44	39	40	47	53	51	36	43	47	45
6.	31	44	43	40	33	46	49	43	32	39	43	37
7.	32	36	39	34	38	41	43	40	35	37	39	43
8.	37	53	55	53	33	45	47	43	33	43	45	43
9.	34	53	54	53	37	52	55	54	40	47	50	47
10.	35	40	43	42	35	55	50	57	33	49	51	49
11.	30	41	42	42	35	54	57	60	39	47	52	51
12.	30	46	43	46	31	49	47	46	32	46	43	43
13.	30	41	45	43	28	39	43	40	30	35	48	42
14.	28	36	40	43	31	49	51	50	33	46	48	48
15.	29	40	45	44	38	49	53	52	36	48	50	49
16.	30	40	46	42	37	49	50	49	34	48	51	50
17.	32	38	43	41	34	55	54	54	33	54	50	56

Diese Ergebnisse zeigen ganz deutlich, daß das Verhalten des Gesichtsfeldes und Blickfeldes im nasalen Bereich von der Größe des zu sehenden Objektes abhängt. Ist dieser Gegenstand sehr klein, so ist das Blickfeld stets größer als das Gesichtsfeld. Mit zuneh-

mender Objektgröße nähern sich die Grenzen der Felder einander an, bis es schließlich zu der beobachteten Überschneidung kommt.

Abb. 6 : Verhalten der nasalen Aussengrenzen von Gesichts- und Blickfeld bei Testmarken verschiedener Größe.
(II_1 = 1 mm^2, 31,5 asb ; III_1 = 4 mm^2, 31,5 asb)
——— Gesichtsfeld -------- Blickfeld



Diese Erscheinung läßt sich aus dem Aufbau der Netzhaut erklären. Bedingt durch die Verteilung der Rezeptoren nimmt das Auflösevermögen der Retina zur Peripherie hin ab. LUCKEISH (23) hat festgestellt, daß die Sehschärfe 2,9° von der Fovea entfernt um 80 %, bei einem Abstand von ca. 30° sogar um 99 % abfällt. Das bedeutet, daß ein sehr kleines Objekt in der Gesichtsfeldperipherie keinen optischen Reiz mehr darstellen kann. Es wird also erst dann gesehen, wenn es mehr zentrale Partien des Retina erregt. Bei fovealem Sehen jedoch ist die Wahrnehmungsschwelle so niedrig, daß das Objekt durch die

Fixation zwangsläufig früher bemerkt wird, als bei indirektem Sehen. Das Blickfeld ist dann also größer als das Gesichtsfeld. Diese Tatsache ist aber im Straßenverkehr von untergeordneter Bedeutung.

Zusammenfassung

Der Bestimmung der Aussengrenzen von Gesichtsfeld und Blickfeld lag das Goldmann-Perimeter zugrunde.

Es wurden 96 augengesunde Personen unter Verwendung von zwei Testmarken unterschiedlicher Leuchtdichte untersucht.

Bei weiteren 9 Personen erfolgte die Messung der Gesichts- und Blickfeldaussengrenzen im nasalen Bereich. Es kamen zwei Testmarken verschiedener Größe zur Anwendung.

Die Lage der Minima und Maxima fiel bei beiden Feldern in die gleiche Richtung.

Gesichtsfeld und Blickfeld wiesen je nach Helligkeit der Testmarke verschiedene Größen auf. Bei Anwendung der lichtstärkeren Marke war das Gesichtsfeld um ca. 100 %, das Blickfeld um ca. 35 % größer als bei Anwendung der lichtschwächeren Marke.

Sowohl das Gesichtsfeld als auch das Blickfeld fiel bei den 10-19-jährigen kleiner aus als bei den 20-29-jährigen.

Vom 30. Lebensjahr an nahm die Größe beider Felder ab. Während das Blickfeld in seiner Ausdehnung fast gleichmäßig eingeengt wurde, erfuhr das Gesichtsfeld im Alter von 30 - 40 Jahren die stärkste Einschränkung. In seiner radialen Ausdehnung betrug der Verlust vom 20. bis zum 60. Lebensjahr beim Gesichtsfeld 56 %, beim Blickfeld 31 %.

Im temporalen Bereich und unten wurde das Gesichtsfeld konzentrisch eingeengt. Die Einschränkung nach oben war gering. Im nasalen Bereich fand eine erhebliche Abnahme der Gesichtsfeldgröße statt.

Das Blickfeld erlitt besonders oben und temporal eine Einschränkung. Der Verlust der Ausdehnung nach unten betrug

ein Drittel des Gesichtsfeldverlustes. Im nasalen Bereich war die Verlagerung der Grenze minimal.

Im ersten Lebensjahrzehnt verhielt sich das Gesichtsfeld zum Blickfeld wie 10 : 31, im zweiten Jahrzehnt wie 10 : 25, im dritten Jahrzehnt wie 10 : 28 und im vierten Jahrzehnt wie 10 : 30.

Die Überschneidung der Gesichts- und Blickfeldgrenzen im nasalen Bereich war von der Größe der Testmarke abhängig.

Die Ergebnisse wurden diskutiert und ihre Bedeutung für die Verkehrssicherheit erörtert.

Es wurde die Forderung nach einem erweiterten Sehtest für Kraftfahrer aufgestellt.

Literaturverzeichnis

1. Bietti, G. und Giardini, A.: Influenze dell' anossi sui movimenti oculari
Riv. Med. aeronaut. 12 (1949), S. 198

2. Comberg, W.: Blickfeld des Auges und Umblickfeld (Messungen bei Gesunden und Kranken)
Ber. D. O. G. 58 (1953) S. 6

3. Cutler, G. H., and Davey, J. B.: Variation in Nasal Fields
British J. of. phys. Optic, (1964) S. 99

4. Danielson, R. W.: The relationship of Fields of Vision to safety in driving
Am. J. Ophthal. 54 (1954) S. 657

5. Engelhardt, A.: Paradoxe Überschneidung der Grenzen des Gesichtsfeldes und des Blickfeldes
Zeitschr. f. Biologie (1950) S. 381

6. Goldmann H., und Schubert, G.: Untersuchung über das Gesichtsfeld bei herabgesetztem Sauerstoffdruck der Atmungsluft
Arch. Augenheilkunde 107, (1933) S. 216

7. Gramberg-Danielsen, B.: Altersprobleme im Straßenverkehr vom Standpunkt des Ophthalmologen
Dtsch. Med. Wschr. 86 (1961) S. 2089

8. Gramberg-Danielsen, B.: Sehen und Verkehr
Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 1967

9. Gramberg-Danielsen, B.: Die Bedeutung des Gesichtsfeldes im Verkehr
Klin. Mbl. Augenheilkunde 137 (1960) S. 499

10. Hager, G.: Das Blickfeld und Umblickfeld bei gesunden Normalsichtigen
Klin. Mbl. Augenheilkunde 132 (1958) S. 656

11. Hager, G.: Verhalten von Blickfeld und Umblickfeld
beim physiologischen Altern
Ber. D. O. G. 60 (1956) S. 30

12. Hager, G.: Das Blickfeld, Gesichtsfeld und Umblickfeld
von Brillenträgern sowie Patienten mit kornealen
Haftschalen und Patienten mit intraokularer Korrektur
Klin. Mbl. Augenheilkunde 139 (1961) S. 317

13. Hager, G.: Das Sehorgan und das Unfallgeschehen im
Straßenverkehr; Augenarzt und Straßenverkehr
Klin. Mbl. Augenheilkunde 142 (1963) S. 427

14. Hering, E.: Wissenschaftliche Abhandlungen
Hrsg. v. d. Sächs. Akademie d. Wissenschaften zu Leipzig
Band II : Raumsinn, Thieme 1931

15. Hockenbreamer, E. F.: Side vision versus speed
Memorandum No. 4 and No. 5 of Pacific Gas and
Electric Co., San Francisco

15 a. Honneger, H. und Schäfer, W. D.: Funktionelle Untersuchung
des Blickfeldes mit Hilfe der Sehschärfe für bewegte Objekte
Klin. Mbl. Augenheilkunde 157 (1970) S. 801-805

16. Irving, A.: Visual Fields and driving
LN 915/AI (1965) Road Research Laboratory, Harmondsworth

17. Jäger (Stolberg) : Zusammenwirken von Augen und Kopf-
bewegungen bei Blick nach der Seite
Ber. D. O. G. 96 (1950) S. 90

18. Kittel, V.: Ein augenärztlicher Beitrag zum Problem der
Verkehrsunfälle
Dtsch. Gesundheitswesen, 10 (1955) S. 943

19. Lauber, H.: Das Gesichtsfeld
In: Augenheilkunde der Gegenwart, Band 3

20. Lewrenz, H.: Der alternde Mensch im Straßenverkehr
In: Wagner, K. und Wagner, H. J.: Handbuch der
Verkehrsmedizin S. 193 , Springer 1968

21. Lisch, K.: Ophthalmologische verkehrstechnische Fragen unter besonderer Berücksichtigung der optischen Wahrnehmungszeit
Ber. D.O.G. 64 (1961) S. 539

22. Luckeish, Roper, Reid and Diefenthaler : Seeing and traffic safety; Pamphlet of General Electric Engineering Division

23. Luff, K.: Medizinische Betrachtungen zum Problem der steigenden Verkehrsunfallziffern unter besonderer Berücksichtigung der Frage : Alter und Verkehrssicherheit
Ärztl. Wschr. 8 (1953) S. 179

24. Meier, E. und Jacobi, E.: Typische Unfallursachen im deutschen Straßenverkehr
Veröffentlichung des Kuratoriums : Wir und die Straße
Band I und II, München 1960

25. Piper, H.: Formen des motorischen Abbaues im Senium
Ber. D.O.G. 63 (1960) S. 308

26. Sachsenweger, R. und Nothaas, E.: Eine Analyse von 4011 Verkehrsunfällen aus augenärztlicher Sicht
Dtsch. Gesundheitswesen 16 (1961) S. 868

27. Schober, H.: Aktuelle Probleme der physiologischen Optik in der Verkehrsmedizin
In: Akt. Probl. Verkehrsmedizin 1 (1959) S. 63

28. Schober, H.: Das Sehen
Band 1, Fachbuchverlag Leipzig, 1960

29. Tiburtius, H.: Verkehrsmedizinische Aspekte in der Augenheilkunde
Sep. Berliner Medizin 19 (1968) S. 61

30. Verkehrsblatt, Heft 13/14, S. 418, 1956

Tabellen

Alle Angaben von Tabelle 1 bis Tabelle 12 erfolgen in Winkelgraden

Tabelle 1 :

Gesichtsfeldaussengrenzen Gruppe I (10-19 J); Testmarke I_1

Augen	Temp.	45°	Oben	135°	Nasal	225°	Unten	315°
1.	30	21	21	17	17	18	22	29
2.	8	7	12	8	8	7	9	9
3.	7	6	6	6	7	8	6	7
4.	17	10	7	15	15	14	13	20
5.	12	9	9	7	11	7	7	8
6.	25	9	9	13	16	17	18	14
7.	21	14	14	20	21	19	22	22
8.	8	8	11	15	15	13	15	14
9.	26	26	19	16	23	17	16	25
10.	23	13	12	12	18	19	12	15
11.	17	10	7	14	17	15	12	10
12.	9	8	8	8	11	10	9	9
13.	27	16	14	20	22	16	14	20
14.	22	15	9	14	17	17	16	14
15.	16	12	11	14	16	16	13	17
16.	22	16	12	17	18	16	18	24
17.	12	10	13	13	15	16	16	14
18.	25	14	15	16	18	14	14	26
19.	25	13	17	17	22	21	21	23
20.	25	14	13	22	23	20	23	27
21.	28	23	11	14	22	20	18	24
22.	10	9	10	8	9	10	10	10
23.	9	12	8	7	9	9	9	11
24.	10	9	12	12	17	14	14	12
25.	8	7	6	8	12	8	7	8
26.	22	9	10	11	17	13	13	10
27.	27	17	16	13	18	15	13	17
28.	12	12	17	12	16	13	13	13
29.	26	12	12	13	17	19	19	14
30.	20	15	15	15	19	19	13	19
31.	5	5	8	11	13	8	7	9
32.	8	7	9	9	10	8	8	8
33.	32	18	15	15	22	18	14	17
34.	27	16	10	14	17	16	17	22
35.	14	8	5	11	17	18	11	12
36.	18	10	11	13	20	17	16	14
37.	16	11	12	10	12	13	13	15
38.	28	21	12	15	18	18	16	14
39.	33	22	16	21	25	22	22	32
40.	21	12	10	20	22	19	21	23

Tabelle 2 :

Gesichtsfeldaussengrenzen Gruppe II (20-29 J); Testmarke I_1

Augen	Temp.	45°	Oben	135°	Nasal	225°	Unten	315°
1.	11	10	12	8	8	7	8	10
2.	33	28	22	20	22	15	17	27
3.	23	18	16	19	24	22	22	27
4.	27	20	17	18	17	15	24	26
5.	31	17	16	19	21	19	22	29
6.	29	18	12	15	20	17	16	24
7.	37	30	19	20	22	20	14	17
8.	27	12	13	15	22	18	20	29
9.	45	23	20	23	23	24	30	33
10.	39	25	20	23	26	23	32	35
11.	13	14	13	14	18	18	22	17
12.	28	17	13	18	24	20	17	19
13.	19	12	12	21	25	16	12	25
14.	15	8	14	10	13	12	12	15
15.	34	20	15	19	22	24	30	28
16.	41	22	12	19	22	18	19	29
17.	19	7	11	15	18	16	20	23
18.	43	21	13	19	26	27	27	33
19.	21	13	10	13	24	22	23	23
20.	22	15	18	18	20	27	24	24
21.	16	13	11	10	11	10	10	13
22.	32	28	20	22	28	24	9	16
23.	27	16	18	25	25	19	16	24
24.	26	24	15	17	22	17	14	22
25.	37	29	15	20	29	27	24	27
26.	28	18	17	16	24	16	13	20
27.	18	12	15	22	27	21	14	16
28.	42	26	21	23	21	20	15	24
29.	15	10	10	13	17	17	15	13
30.	41	25	20	24	26	27	29	32
31.	40	10	12	17	22	23	21	15
32.	13	13	15	16	18	18	12	13
33.	35	20	13	17	27	22	20	23
34.	22	11	10	14	22	22	21	18
35.	40	27	20	19	24	23	30	28
36.	49	20	17	21	22	21	15	27
37.	21	8	9	10	20	18	17	16
38.	44	21	17	22	27	24	26	31
39.	36	18	9	12	22	20	22	26
40.	26	25	17	17	20	22	15	23
41.	40	28	20	21	25	27	25	33

Tabelle 3 :

Gesichtsfeldaussengrenzen Gruppe III (30-39 J); Testmarke I_1

Augen	Temp.	45°	Oben	135°	Nasal	225°	Unten	315°
1.	13	9	8	10	15	15	15	12
2.	12	9	7	8	11	14	17	13
3.	22	13	10	12	15	14	13	15
4.	13	12	11	11	12	13	13	13
5.	22	13	11	12	14	15	21	22
6.	29	13	11	12	13	13	15	17
7.	27	15	14	16	23	20	17	26
8.	31	20	15	18	21	18	17	22
9.	12	9	10	14	13	13	13	14
10.	18	14	12	10	14	11	11	13
11.	18	13	12	8	9	9	12	14
12.	17	12	13	12	16	14	12	15
13.	32	17	17	16	17	18	20	28
14.	16	13	12	11	16	17	17	16
15.	28	15	14	17	22	17	23	27
16.	33	20	15	17	20	22	23	27
17.	27	14	12	15	21	13	16	21
18.	22	12	9	10	17	12	11	11
19.	31	20	20	16	17	16	18	26
20.	36	18	16	17	22	21	16	24
21.	36	23	25	24	32	28	30	30
22.	32	18	13	18	24	26	24	27
23.	27	20	20	21	22	20	15	23
24.	32	23	17	17	19	19	15	22
25.	29	11	12	14	18	16	15	22
26.	25	10	11	11	16	14	12	12
27.	32	17	12	21	20	22	30	31
28.	42	17	14	17	22	23	22	31
29.	22	15	12	13	16	17	14	19
30.	12	9	10	9	11	12	12	12
31.	8	8	8	5	5	6	5	7
32.	10	8	7	7	8	9	12	11
33.	13	12	11	12	14	13	13	14
34.	19	9	8	12	12	11	12	12
35.	13	11	9	8	9	10	15	17
36.	11	9	13	13	12	15	16	15
37.	13	9	15	12	13	13	16	15
38.	13	11	12	11	12	13	12	12
39.	19	10	10	9	12	12	11	15
40.	16	12	12	11	13	16	10	14

Tabelle 4 :

Gesichtsfeldaussengrenzen Gruppe IV (40-49 J) ; Testmarke I_1

Augen	Temp.	45°	Oben	135°	Nasal	225°	Unten	315°
1.	21	16	12	12	14	14	12	17
2.	15	15	15	10	12	11	9	14
3.	11	8	9	8	8	9	11	10
4.	18	11	8	12	16	15	16	18
5.	12	7	8	10	12	12	12	12
6.	8	8	5	7	7	8	8	8
7.	45	23	20	25	27	26	30	38
8.	21	11	12	15	18	18	18	21
9.	9	7	5	6	6	6	7	8
10.	21	11	8	7	8	11	14	18
11.	15	11	9	8	9	10	12	13

Tabelle 5 :

Gesichtsfeldaussengrenzen Gruppe V (50-59 J); Testmarke 1_2

Augen	Temp.	45°	Oben	135°	Nasal	225°	Unten	315°
1.	43	24	24	24	27	28	32	36
2.	33	25	24	24	23	24	32	35
3.	37	24	19	22	27	31	33	39
4.	36	26	23	22	23	23	31	35
5.	42	31	27	26	24	29	30	41
6.	24	20	20	22	22	21	23	19
7.	13	13	12	11	11	10	10	13
8.	50	25	25	27	29	25	30	40
9.	20	14	14	18	23	22	27	24
10.	43	36	20	19	23	22	27	33
11.	43	31	30	33	39	37	41	42
12.	37	19	20	19	26	17	15	27
13.	44	32	27	32	32	28	28	38
14.	38	27	19	20	27	33	36	28
15.	17	13	17	12	20	14	17	28
16.	42	31	32	32	32	26	31	40
17.	45	26	22	21	20	22	22	31
18.	45	32	28	31	36	30	30	34
19.	36	29	20	21	21	24	26	33
20.	22	17	16	14	15	16	17	18
21.	47	40	23	24	27	27	33	26
22.	24	14	12	13	16	17	18	20
23.	24	16	14	13	16	17	22	24
24.	45	28	24	26	27	30	35	37
25.	43	33	20	24	27	28	32	37
26.	46	34	29	22	25	29	34	38
27.	47	33	24	24	23	28	32	41
28.	42	31	22	22	27	30	30	37
29.	44	23	17	13	14	17	22	33
30.	27	17	18	22	26	27	28	27

Tabelle 6 :

Blickfeldaussengrenzen Gruppe I (10-19 J); Testmarke I_1

Augen	Temp.	45°	Oben	135°	Nasal	225°	Unten	315°
1.	70	47	42	42	53	48	59	67
2.	63	37	35	38	51	53	55	47
3.	48	36	33	35	41	43	42	46
4.	48	46	38	38	48	50	51	41
5.	56	46	38	44	52	45	56	58
6.	38	33	37	57	63	49	50	52
7.	55	37	37	35	43	42	56	63
8.	50	36	27	27	49	55	55	48
9.	90	53	41	38	42	37	57	67
10.	53	36	30	33	37	33	41	56
11.	35	34	42	32	42	48	54	38
12.	45	38	32	33	37	38	43	43
13.	70	36	24	33	54	52	63	71
14.	61	47	33	44	42	38	60	74
15.	47	43	48	47	58	48	61	65
16.	68	38	33	45	50	49	54	43
17.	63	35	33	39	42	54	57	62
18.	38	29	34	32	44	35	42	38
19.	48	34	37	50	66	55	53	44
20.	61	46	43	41	42	35	53	59
21.	70	63	38	43	58	54	60	75
22.	64	43	38	58	54	54	47	63
23.	64	52	38	37	34	39	50	58
24.	42	41	41	48	51	43	47	46
25.	41	34	38	52	58	51	53	33
26.	61	40	37	48	43	40	38	57
27.	60	39	42	37	43	42	50	48
28.	55	47	27	34	42	54	56	67
29.	68	29	30	40	54	42	44	45
30.	69	21	30	32	49	38	38	66
31.	52	33	35	38	44	43	41	62
32.	56	55	20	39	35	53	48	53
33.	72	33	32	38	47	45	65	84
34.	68	46	40	42	53	42	53	73
35.	72	45	44	43	55	47	60	58
36.	63	38	37	47	54	43	43	57
37.	64	35	40	40	50	48	52	63
38.	60	44	45	54	55	46	50	52
39.	44	42	34	43	49	41	47	43
40.	49	37	42	49	48	48	54	62

Tabelle 7 :

Blickfeldaussengrenzen Gruppe II (20-29 J); Testmarke I_1

Augen	Temp.	45°	Oben	135°	Nasal	225°	Unten	315°
1.	47	48	37	44	35	42	43	52
2.	73	46	42	47	42	45	54	66
3.	63	44	43	48	48	40	73	85
4.	53	62	34	36	46	44	53	49
5.	54	33	33	43	51	48	53	56
6.	58	42	34	36	48	51	66	68
7.	69	49	48	37	57	46	61	56
8.	56	47	43	47	51	45	53	55
9.	64	46	28	57	46	47	61	60
10.	76	52	47	38	50	42	65	69
11.	52	48	43	47	44	41	53	55
12.	51	51	45	43	46	38	53	47
13.	80	43	33	44	53	43	51	68
14.	44	52	27	27	32	35	35	42
15.	62	44	41	45	62	52	52	60
16.	65	55	51	45	44	42	59	65
17.	60	43	49	48	53	43	51	56
18.	64	57	45	36	49	39	63	72
19.	53	50	41	47	51	48	61	69
20.	60	51	35	40	52	51	52	65
21.	55	36	38	43	35	44	37	32
22.	57	43	39	48	59	52	48	62
23.	79	60	35	38	45	37	52	76
24.	53	53	42	37	43	43	58	63
25.	52	35	30	36	55	48	39	48
26.	73	47	35	37	43	48	71	77
27.	52	41	41	40	52	42	52	54
28.	86	42	38	38	37	33	55	74
29.	63	57	37	33	62	48	57	77
30.	75	37	30	34	55	48	53	66
31.	70	51	43	43	48	42	59	76
32.	58	56	43	45	58	42	53	58
33.	70	23	23	34	43	54	52	53
34.	90	58	40	47	58	46	62	73
35.	57	27	34	39	42	43	47	53
36.	81	42	37	37	47	36	62	72
37.	61	60	42	38	37	31	60	66
38.	70	53	47	50	52	42	52	74
39.	58	50	36	41	69	44	62	67
40.	61	43	47	56	52	49	61	58
41.	66	24	30	33	46	42	55	76

Tabelle 8 :

Blickfeldaussengrenzen Gruppe III (30-39 J); Testmarke I_1

Augen	Temp.	45°	Oben	135°	Nasal	225°	Unten	315°
1.	62	32	17	20	37	37	52	57
2.	52	45	37	38	32	37	42	50
3.	52	42	31	37	50	54	60	56
4.	67	53	38	44	44	43	51	58
5.	42	31	35	36	42	36	31	35
6.	47	47	35	22	41	43	44	48
7.	63	49	34	38	46	43	62	63
8.	74	47	27	28	38	45	70	73
9.	65	59	18	32	45	44	73	71
10.	66	43	38	42	50	54	55	54
11.	57	44	30	38	49	47	51	58
12.	63	58	34	42	45	43	45	57
13.	52	42	40	32	47	43	60	63
14.	76	61	42	39	47	43	63	66
15.	47	28	20	32	36	37	41	48
16.	58	27	23	27	49	48	52	53
17.	56	34	23	27	38	37	52	57
18.	52	38	29	44	47	43	44	50
19.	57	32	33	34	35	36	45	53
20.	53	43	26	29	45	43	32	52
21.	40	24	17	18	32	34	56	54
22.	53	38	37	52	52	47	55	52
23.	57	45	31	38	47	44	60	63
24.	65	48	43	50	48	48	60	60
25.	36	27	27	33	38	37	43	39
26.	33	23	23	35	34	42	35	32
27.	59	40	35	36	42	46	60	64
28.	63	37	30	43	56	53	71	62
29.	68	36	27	29	58	52	70	63
30.	64	43	35	36	44	49	58	62
31.	64	55	33	36	45	45	62	65
32.	58	46	46	32	35	34	52	55
33.	52	32	28	37	43	44	49	48
34.	65	66	50	51	51	48	56	69
35.	65	37	28	34	43	37	64	68
36.	48	22	22	29	37	45	60	53
37.	48	25	24	32	52	51	52	55
38.	64	37	30	35	45	44	43	57
39.	42	40	27	30	33	43	46	34
40.	55	32	24	32	43	48	52	53

Tabelle 9 :

Blickfeldaussengrenzen Gruppe IV (40-49 J); Testmarke I_1

Augen	Temp.	45°	Oben	135°	Nasal	225°	Unten	315°
1.	47	32	32	37	48	50	48	50
2.	45	37	29	33	39	42	52	47
3.	45	34	32	36	37	39	44	53
4.	43	25	19	27	36	44	56	52
5.	47	29	23	31	32	43	44	46
6.	35	27	20	40	47	46	42	43
7.	51	34	25	28	43	46	63	73
8.	55	43	28	27	37	34	52	59
9.	61	32	26	36	40	45	37	56
10.	52	33	18	21	34	34	42	54
11.	48	28	27	32	36	43	46	47

Tabelle 10 :

Blickfeldaussengrenzen Gruppe V (50-59 J) ; Testmarke I_2

Augen	Temp.	45°	Oben	135°	Nasal	225°	Unten	315°
1.	78	54	41	42	51	42	65	78
2.	76	48	38	47	52	50	58	67
3.	76	62	42	47	63	53	61	71
4.	64	65	48	53	48	47	60	62
5.	88	55	44	40	46	40	67	89
6.	39	35	26	27	43	43	60	52
7.	73	34	33	47	52	49	57	67
8.	89	53	43	52	53	50	75	88
9.	48	37	29	35	44	43	63	55
10.	77	57	38	43	47	43	65	77
11.	63	37	35	44	54	47	65	72
12.	79	52	40	43	46	49	63	78
13.	73	48	43	46	51	49	75	89
14.	73	48	46	47	57	48	55	68
15.	70	36	41	43	37	39	45	52
16.	70	52	44	53	61	49	72	79
17.	88	46	39	39	44	43	62	73
18.	65	37	37	46	51	48	57	66
19.	74	49	32	44	44	39	61	77
20.	61	35	34	34	42	42	46	53
21.	88	63	42	48	48	66	70	88
22.	67	37	35	46	45	44	55	60
23.	58	37	28	27	37	47	54	55
24.	77	47	40	48	56	48	67	77
25.	77	74	47	55	48	45	57	64
26.	77	57	40	48	56	40	60	77
27.	81	54	44	44	42	38	54	76
28.	80	58	40	43	46	43	62	75
29.	74	45	30	38	44	46	58	74
30.	70	54	30	47	54	52	63	69

Tabelle 11 :

Gesichtsfeldaussengrenzen der Gruppen III (30-39 J) und IV (40-49 J);
Testmarke I_1 und I_2 (Vergleich)

III

Augen	Temp.		45°		Oben		135°		Nasal		225°		Unten		315°	
	I_1	I_2	I_1	I_2	I_1	I_2	I_1	I_2	I_1	I_2	I_1	I_2	I_1	I_2	I_1	I_2
1.	25	51	10	32	11	25	11	20	16	28	14	25	12	31	12	48
2.	29	50	11	32	12	22	14	24	18	26	16	24	15	25	22	44
3.	27	48	15	44	14	34	16	32	23	33	20	33	17	34	26	44
4.	31	51	20	42	15	38	18	33	21	35	18	37	17	41	22	46
5.	22	49	13	24	11	19	12	24	14	26	15	33	21	42	22	45
6.	29	51	13	26	11	19	12	22	13	32	13	38	15	47	17	47
7.	22	42	13	31	11	27	12	29	14	31	15	35	21	37	22	45
8.	29	43	13	35	11	27	12	27	13	29	13	33	15	41	17	40
9.	32	50	17	36	12	28	21	33	20	27	22	39	30	43	30	48
10.	22	47	15	34	12	31	13	29	16	25	17	34	14	36	19	46
IV																
1.	23	50	13	38	12	31	15	32	17	33	15	35	17	33	21	43
2.	29	36	14	27	12	24	13	27	19	33	18	33	16	37	21	43
3.	34	50	13	35	12	27	16	25	19	33	17	30	14	35	23	43
4.	25	48	13	33	9	29	9	25	13	28	13	30	12	33	15	37
5.	32	39	16	29	16	28	16	25	18	26	18	28	18	38	25	43
6.	28	47	12	25	9	23	10	31	12	31	13	32	15	34	22	46
7.	18	46	10	26	8	17	9	19	15	22	13	26	13	31	19	36
8.	11	41	7	20	6	21	9	19	8	25	10	28	11	39	12	44
9.	21	35	11	22	8	15	7	19	8	24	11	31	14	43	18	37
10.	12	39	7	24	8	20	10	20	12	26	12	31	12	37	13	44

Tabelle 12 .

Blickfeldaussengrenzen der Gruppen III (30-39 J) und IV (40-49 J);

Testmarke I_1 und I_2 (Vergleich)

III

Augen	Temp. 45°				Oben 135°				Nasal 225°				Unten 315°			
	I_1	I_2	I_1	I_2	I_1	I_2	I_1	I_2	I_1	I_2	I_1	I_2	I_1	I_2	I_1	I_2
1.	52	88	42	48	40	41	32	42	47	50	43	49	60	70	63	87
2.	52	80	32	49	28	43	37	43	43	52	44	45	49	67	48	84
3.	65	89	48	73	43	60	43	45	43	43	43	44	60	69	60	95
4.	67	85	53	66	38	53	44	50	44	49	43	46	51	76	58	87
5.	57	81	45	54	31	36	38	39	46	47	44	49	60	77	63	87
6.	52	87	42	52	31	35	37	39	50	51	46	48	60	82	56	92
7.	53	81	38	61	37	49	48	50	50	52	47	51	55	67	52	67
8.	52	65	42	50	31	46	37	47	49	49	44	46	60	67	56	72
9.	65	89	66	73	50	62	48	52	51	54	48	51	56	66	69	90
10.	65	86	37	65	28	48	34	40	43	45	37	44	64	74	68	90
IV																
1.	45	80	37	60	33	44	32	44	33	50	33	45	60	73	64	82
2.	50	83	37	42	29	31	28	33	38	40	45	40	53	66	50	85
3.	55	83	33	52	32	38	31	38	39	52	38	48	32	76	42	88
4.	49	78	33	61	30	46	32	40	37	48	31	42	41	62	48	78
5.	52	81	36	51	36	40	37	41	36	47	38	48	49	72	53	82
6.	52	75	27	52	29	40	29	38	40	43	42	51	52	61	57	74
7.	39	63	30	47	30	45	31	50	30	48	40	48	52	53	57	71
8.	41	81	27	52	22	37	23	35	23	41	24	50	50	60	45	81
9.	52	75	33	56	18	44	21	37	34	39	34	37	42	67	54	77
10.	47	78	29	44	23	46	31	47	32	59	43	48	44	61	46	75

Hiermit danke ich

Herrn Prof. Dr. med. H. Tiburtius

für die Überlassung des Themas
und die Ratschläge
bei der Durchführung der Arbeit

Lebenslauf

Am 10. Juli 1946 wurde ich als viertes Kind des Kaufmanns Friedrich Karl Hoppe und seiner Ehefrau Marie, geb. Lütge in Otterndorf geboren.

Im Frühjahr 1952 trat ich in die dortige Grundschule ein. Ab 1956 besuchte ich den neusprachlichen Zweig des Gymnasiums für Mädchen in Cuxhaven und legte dort 1966 die Reifeprüfung ab.

Im Mai 1966 wurde ich an der Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin immatrikuliert. Im Frühjahr 1967 legte ich die naturwissenschaftliche, im Herbst 1968 die ärztliche Vorprüfung ab. Im März 1972 bestand ich die ärztliche Prüfung.

Seit 1. Juni bin ich als Medizinal-Assistentin an der Medizinischen Klinik der Universitätskliniken Frankfurt tätig.

B. Ladewig · Dissertationsdruck · 1 Berlin 12 · Pestalozzistraße 106
Tel.: 312 88 85 · 313 81 98